



# ***Aquiles***

## *Revolucionando la vida humana*

### **Título del proyecto:**

El título del proyecto es “Aquiles”, esté siendo el nombre del guerrero troyano de la mitología griega, cuyo punto débil era su talón, es un nombre que evoca fuerza, movimiento y superación, lo que encaja con nuestro objetivo con esta prótesis de asistencia.

### **Integrantes:**

Integrantes:

- CASTILLO, Misael
- ISOLA , Juan Cruz
- LIN, Rodrigo Alexis
- MONTILLA , Juan Ignacio
- TRILLO, Mauricio Contardi
- ZACARÍAS, Santiago Alberto

### **Objetivo del proyecto**

#### **Proyecto AQUILES – Revolucionando la Movilidad Humana**

El Proyecto AQUILES nace con una visión clara: devolver la independencia y mejorar la calidad de vida de quienes enfrentan dificultades motrices. Se trata de un exoesqueleto de asistencia motora diseñado para potenciar la movilidad, reducir el esfuerzo físico y abrir nuevas oportunidades a personas con discapacidad o debilidad muscular.

AQUILES no es solo una herramienta de asistencia, sino un puente hacia una vida más autónoma. Gracias a su inteligencia artificial integrada, el exoesqueleto aprende y se

adapta de manera continua a los movimientos y necesidades del usuario, ofreciendo un soporte dinámico y personalizado que mejora con el tiempo. Los actuadores de alta precisión y los sensores avanzados permiten que el sistema ajuste su funcionamiento en tiempo real, optimizando la experiencia de uso.

Su diseño minimalista y ergonómico garantiza comodidad, eficiencia y facilidad de uso. Fabricado con materiales ligeros y resistentes, AQUILES permite un uso prolongado sin afectar la movilidad natural del usuario, integrándose de manera intuitiva en su vida diaria.

Además de su función en la rehabilitación y la movilidad asistida, AQUILES también puede ser utilizado en el ámbito fitness. Equipado con un contador de calorías quemadas, medición de pulso a través de la arteria femoral y un sistema para calcular el tiempo de carrera, este exoesqueleto se convierte en una herramienta multifuncional que mejora la salud y el rendimiento físico.

AQUILES cuenta con una autonomía de 45 minutos, gracias a un sistema de baterías intercambiables, ligeras y prácticas. Estas baterías son lo suficientemente compactas para que el usuario pueda llevarlas cómodamente en su bolsillo y reemplazarlas fácilmente cuando sea necesario, sin complicaciones.

Más que un dispositivo, AQUILES representa un avance tecnológico que redefine los límites de la movilidad asistida. Con su enfoque innovador, no solo facilita la rehabilitación y el desplazamiento, sino que también ofrece una alternativa accesible y eficiente frente a soluciones convencionales.

## **Utilidades del proyecto:**

En Argentina, según datos del INDEC y la OMS, se estima que más de 3 millones de personas presentan algún grado de dificultad para caminar, ya sea por lesiones, enfermedades neuromusculares o pérdida de masa muscular debido a la edad. De este grupo, una gran parte no cuenta con acceso a tratamientos de rehabilitación adecuados o dispositivos de asistencia avanzados debido a su alto costo y disponibilidad limitada.

Es por ello que en cuanto a utilidad respecta, nuestro dispositivo busca devolver la autonomía a estas personas, reduciendo la dependencia de terceros y mejorando su calidad de vida. Gracias a su diseño ergonómico y asistencia inteligente, permite a los usuarios desplazarse con mayor estabilidad y seguridad.

## **Descripción del funcionamiento:**

AQUILES es un exoesqueleto motorizado diseñado para asistir la movilidad de personas con discapacidad o debilidad muscular mediante sensores, actuadores y una inteligencia artificial que aprende y ajusta su respuesta en tiempo real. El usuario lo coloca asegurándolo con correas ergonómicas en piernas y cintura, activándolo con un botón lateral en la cadera. Giroscopios y acelerómetros detectan la inclinación e intención de movimiento, mientras que sensores de presión en los pies identifican la distribución del peso y el contacto con el suelo para sincronizar el paso. Con estos datos, la IA procesa la información y acciona los actuadores en las articulaciones para proporcionar el impulso necesario en cada paso, ajustando la asistencia en tiempo real según la velocidad, equilibrio y esfuerzo del usuario. El sistema incluye baterías intercambiables con 45 minutos de autonomía, permitiendo su reemplazo sin interrupciones. Además, cuenta con funciones adicionales como medición del pulso femoral, contador de calorías y un sistema de monitoreo de actividad, lo que lo hace útil tanto para rehabilitación como para entrenamiento físico. AQUILES también contará con una aplicación móvil donde el usuario podrá visualizar en tiempo real los datos recopilados por el exoesqueleto, como distancia recorrida, nivel de asistencia, estado de la batería y métricas de salud, permitiendo un control más preciso y personalizado de su desempeño.

## **Análisis de factibilidad:**

### **Análisis de Factibilidad del Proyecto AQUILES**

#### **Objetivo del Proyecto:**

AQUILES es un exoesqueleto de asistencia motora diseñado para mejorar la movilidad, reducir el esfuerzo físico y brindar una alternativa a personas con debilidad muscular o discapacidad. Además de su uso en rehabilitación, también es una herramienta multifuncional apta para el ámbito fitness, gracias a su sistema de medición de calorías quemadas, medición del pulso y cálculo del tiempo de carrera.

#### **Tareas y Responsabilidades del Equipo:**

##### **1. Misael Castillo**

- **Diseño de Software:**
  - *Problema 1:* Desarrollo del algoritmo para la detección de caminata utilizando TensorFlow. Este algoritmo debe ser capaz de interpretar los movimientos del usuario y ajustar dinámicamente el funcionamiento del exoesqueleto. Se requiere

contar con una PC con recursos suficientes para ejecutar Tensor Flow, además de herramientas específicas de software para el desarrollo.

- *Problema 2:* Diseño de la electrónica de potencia, específicamente los drivers de los motores y cargador de las baterías. La integración de estos componentes debe ser eficiente y segura. Se utilizarán PCs con software de diseño electrónico como KiCad para el diseño de los PCBs.

## 2. Rodrigo Lin

- **Programación de Microcontroladores:**

- *Problema 1:* Programar los microcontroladores que coordinarán los actuadores de alta precisión y los sensores avanzados del exoesqueleto. Se requiere una PC adecuada para la programación y simulación, además de herramientas como el entorno de desarrollo de microcontroladores.

- *Problema 2:* Integración del algoritmo de TensorFlow con los microcontroladores para que el exoesqueleto pueda aprender y adaptarse a los movimientos del usuario. Requiere conocimientos de programación en C y manejo de microcontroladores.

## 3. Juan Isola

- **Gestión de Marketing y Diseño Gráfico:**

- *Problema 1:* Crear contenido visual atractivo para promover el proyecto y explicar su funcionalidad. Esto incluye la creación de logos y material para redes sociales, lo que requiere habilidades de diseño gráfico y software de edición como Adobe Illustrator.

- *Problema 2:* Diseño y pruebas del sistema de interfaz del usuario para controlar el exoesqueleto. La integración de este sistema con la app móvil requerirá tiempo de pruebas y ajustes.

## 4. Juan Montilla

- **Programación de la Aplicación Móvil:**

- *Problema 1:* Desarrollar una aplicación móvil para que los usuarios puedan controlar el exoesqueleto y monitorear el desempeño físico, incluyendo el contador de calorías quemadas, pulsaciones y tiempo de carrera. Requiere habilidades en desarrollo móvil (Flutter) y una PC adecuada para la programación y pruebas.

- *Problema 2:* Integración del hardware con la aplicación móvil, asegurando que la comunicación entre los dispositivos sea fluida. Esto incluye la creación de esquemáticos para el circuito impreso de la placa base.

## 5. Mauricio Trillo

- **Pintura, Ensamblaje y Fabricación de PCB:**

- *Problema 1:* Pintado de la estructura del exoesqueleto para asegurar durabilidad y un acabado estético. Esto requiere conocimiento en tipos de pintura resistentes a desgaste y factores ambientales.
- *Problema 2:* Ensamblaje físico del prototipo, asegurando que todos los componentes se monten correctamente y que el sistema funcione sin interferencias. Requiere herramientas de ensamblaje y pruebas de rendimiento.
- *Problema 3:* Fabricación de los circuitos impresos necesarios para la electrónica del exoesqueleto, asegurando que sean de alta calidad y funcionales. Esto requiere el uso de herramientas de fabricación de PCBs, soldadura, pruebas de continuidad y ensayos para garantizar su correcto desempeño.

## 6. Santiago Alberto Zacarias

- **Desarrollo de la Página Web y Algoritmo:**

- *Problema 1:* Desarrollo de la página web del proyecto, para mostrar la información y promocionar AQUILES. Requiere habilidades en programación web, diseño y experiencia del usuario. Las herramientas necesarias incluyen editores de código, servidores web y alojamiento.
- *Problema 2:* Desarrollo y testing del algoritmo de TensorFlow en combinación con el hardware. Este proceso puede presentar desafíos en la optimización del rendimiento en tiempo real, lo que requerirá ajustes tanto en software como en hardware.

### Análisis de Problemas y Soluciones:

- **Problemas de Hardware y Electrónica:**

- *Solución:* Todos los componentes serán testeados previamente en prototipos de prueba, utilizando software de simulación electrónica (como LTspice) y herramientas de diseño como KiCad. Los recursos del laboratorio y las PCs disponibles permitirán realizar pruebas exhaustivas para garantizar el rendimiento de la electrónica de potencia y los microcontroladores.

- **Problemas de Comunicación entre Hardware y Software:**

- *Solución:* Los programadores, como Rodrigo Lin y Juan Montilla, trabajarán en estrecha colaboración para asegurar la correcta integración entre la aplicación móvil, el algoritmo de TensorFlow y los microcontroladores del exoesqueleto. Además, se utilizarán técnicas de prueba y error en el desarrollo para identificar y solucionar posibles fallos.

- **Problemas de Diseño y Ergonomía:**

- **Solución:** La estructura y el diseño ergonómico se realizan en conjunto entre los miembros del equipo responsables del diseño 3D y las pruebas físicas. La optimización de la comodidad y la facilidad de uso del exoesqueleto será clave para garantizar su funcionalidad y aceptación por parte de los usuarios.

### **Conclusión:**

El proyecto AQUILES tiene un enfoque innovador y está respaldado por un equipo con habilidades complementarias que cubrirán todas las áreas necesarias para su desarrollo. Con los recursos tecnológicos y humanos a disposición, se cuenta con la capacidad para superar los retos que puedan surgir durante la ejecución del proyecto. Además, se garantiza la calidad del producto final gracias a la planificación detallada y la distribución equitativa de las tareas.

Este análisis asegura que cada miembro del equipo comprende su rol y los posibles desafíos, mientras que también se garantiza el uso adecuado de los recursos disponibles.

## **Costo del proyecto:**

### **Componentes:**

(PRECIO UNITARIO)

- 1 Baterías LiPo (56 USD): [Link Producto](#)
- 3 Acelerómetros (5.45USD): [Link Producto](#)
- 2 encoders (2 USD): [Link Producto](#)
- Filamento PLA (16 USD): [Link Producto](#)
- 2 Motores Brushless (46 USD): [Link Producto](#)
- 1 Sensor de pulso cardíaco(6.28USD): [Link Producto](#)
- Aerosol Blanco(15USD): [Link Producto](#)
- Lija 800(2 USD): [Link Producto](#)
- Raspberry Pi 4 (85 USD): [Link Producto](#)
- Driver motor brushless ESC(42 USD): [Link Producto](#)
- Cargador batería de litio(33 USD): [Link Producto](#)
- 2 Pulsador (1 USD): [Link Producto](#)
- 2 Cintas de cuero (9 USD): [Link Producto](#)
- ESP32 C3 mini (5 USD):

Costo total del proyecto: **378.63 USD**

## **Análisis de costo/beneficio:**

### **Análisis de Mercado para el Proyecto AQUILES**

El Proyecto AQUILES nace con la visión de mejorar la calidad de vida de las personas con dificultades motrices, con un enfoque particular en aquellos que, debido a su altura, peso o edad avanzada, enfrentan una sobrecarga física al caminar. A través de su diseño innovador y la integración de inteligencia artificial, AQUILES reduce la fatiga del usuario y optimiza el esfuerzo físico durante la marcha, proporcionando un soporte dinámico y personalizado. Este exoesqueleto no solo es una herramienta de asistencia, sino una solución integral para promover la independencia y mejorar la movilidad de sus usuarios.

El costo de desarrollo estimado del proyecto es de **378 USD**, lo que lo convierte en una alternativa mucho más accesible en comparación con otras soluciones tecnológicas más caras y complejas en el mercado. A pesar de este bajo costo, AQUILES ofrece grandes beneficios en términos de calidad de vida, especialmente para personas con dificultades motoras, ya sea por sobrecarga de peso, lesiones, o por el simple envejecimiento.

### **Aplicación en Personas Mayores**

Una de las problemáticas más comunes en personas mayores es la dificultad para caminar debido a la disminución de la masa muscular, las articulaciones deterioradas y los problemas de equilibrio. El envejecimiento produce una pérdida de fuerza y resistencia que afecta directamente la movilidad de los adultos mayores, haciendo que caminar largas distancias o incluso realizar tareas cotidianas sea un desafío. AQUILES, al ofrecer asistencia motora, puede aliviar esta carga, proporcionando un soporte adicional durante la marcha y reduciendo la fatiga muscular, lo cual es esencial para mejorar la movilidad en la tercera edad.

El dispositivo es especialmente útil para personas mayores que sufren de dolor en las articulaciones o fatiga crónica, condiciones comunes asociadas con enfermedades como la artritis o problemas de movilidad. Al reducir la carga que deben soportar al caminar, AQUILES mejora su capacidad para realizar actividades diarias, promoviendo una vida más autónoma. Además, la tecnología integrada, como la medición del pulso y las calorías quemadas, permite un monitoreo de la salud en tiempo real, lo cual es fundamental para las personas mayores que necesitan controlar su bienestar físico.

### **Personas con Sobrepeso o Altura Excesiva**

Otro grupo que se beneficiaría enormemente de AQUILES son las personas con sobrepeso o aquellas de gran estatura. El exceso de peso corporal genera un esfuerzo adicional durante la caminata, lo que puede llevar a una mayor fatiga y dolor en las articulaciones. AQUILES ayuda a aligerar parte de ese peso, reduciendo la carga que los usuarios deben soportar en cada paso, lo que les permite moverse con mayor facilidad y comodidad. De esta forma, las personas con sobrepeso o alta estatura pueden experimentar una reducción en la fatiga, mejorando su calidad de vida y su capacidad para realizar actividades cotidianas.

La sobrecarga que enfrentan estas personas no solo afecta su capacidad para caminar, sino también su bienestar general. El uso de AQUILES puede mitigar este problema, ya que ofrece un soporte adicional para aliviar la tensión en las articulaciones y músculos, lo que a su vez mejora su salud física y reduce los riesgos asociados con la obesidad y otras condiciones relacionadas.

## Rehabilitación Médica y Ajuste de Asistencia

Una característica clave de AQUILES es su botón para ajustar el nivel de asistencia. Este botón permite al usuario o al médico modificar el grado de soporte que el exoesqueleto proporciona durante la marcha, lo que tiene un gran valor en el proceso de rehabilitación. En los pacientes que están en recuperación de una lesión o cirugía, el ajuste progresivo de la asistencia permite realizar un trabajo más gradual, de manera que el dispositivo proporcione menos ayuda con el tiempo. Esto ayuda a fortalecer los músculos y mejorar la movilidad de forma controlada y adaptada a las necesidades del usuario.

Para los médicos, este ajuste es una herramienta poderosa, ya que permite personalizar el nivel de esfuerzo que el paciente debe realizar según su estado de salud y su progreso en la rehabilitación. A medida que los músculos se fortalecen, la asistencia proporcionada por AQUILES puede reducirse progresivamente, permitiendo que el paciente recupere su autonomía y resistencia física de manera más eficiente. Además, el usuario puede ajustar la asistencia según su propio ritmo, lo que lo convierte en un dispositivo muy flexible tanto para usuarios en rehabilitación como para aquellos que solo buscan apoyo para caminar.

Este enfoque personalizado de la asistencia también abre nuevas posibilidades para la integración de AQUILES en programas de rehabilitación médica, donde los profesionales de la salud pueden monitorear el progreso de los pacientes y ajustar el dispositivo según sea necesario para optimizar los resultados.

## Viabilidad Económica y Justificación

El proyecto AQUILES se encuentra dentro de un presupuesto de **378 USD**, lo cual es una cifra accesible y justificada por los beneficios que ofrece. En comparación con otras soluciones en el mercado, AQUILES representa una opción mucho más asequible y eficiente, lo que aumenta su accesibilidad para una mayor cantidad de usuarios. Además, el bajo costo de los componentes y la posibilidad de replicar el modelo a gran escala favorece su adopción por una amplia variedad de instituciones y personas.

Este exoesqueleto no solo tiene aplicaciones en el ámbito de la salud, sino que también puede ser utilizado en el ámbito deportivo y de fitness, lo que amplía su mercado potencial. Las personas que sufren de sobrecarga física, dolor muscular crónico o problemas relacionados con la edad pueden encontrar en AQUILES una herramienta útil y transformadora. La capacidad de adaptarse a diferentes necesidades, junto con su diseño ligero y ergonómico, hace que sea una solución atractiva tanto para instituciones de salud como para individuos que buscan recuperar o mantener su movilidad.

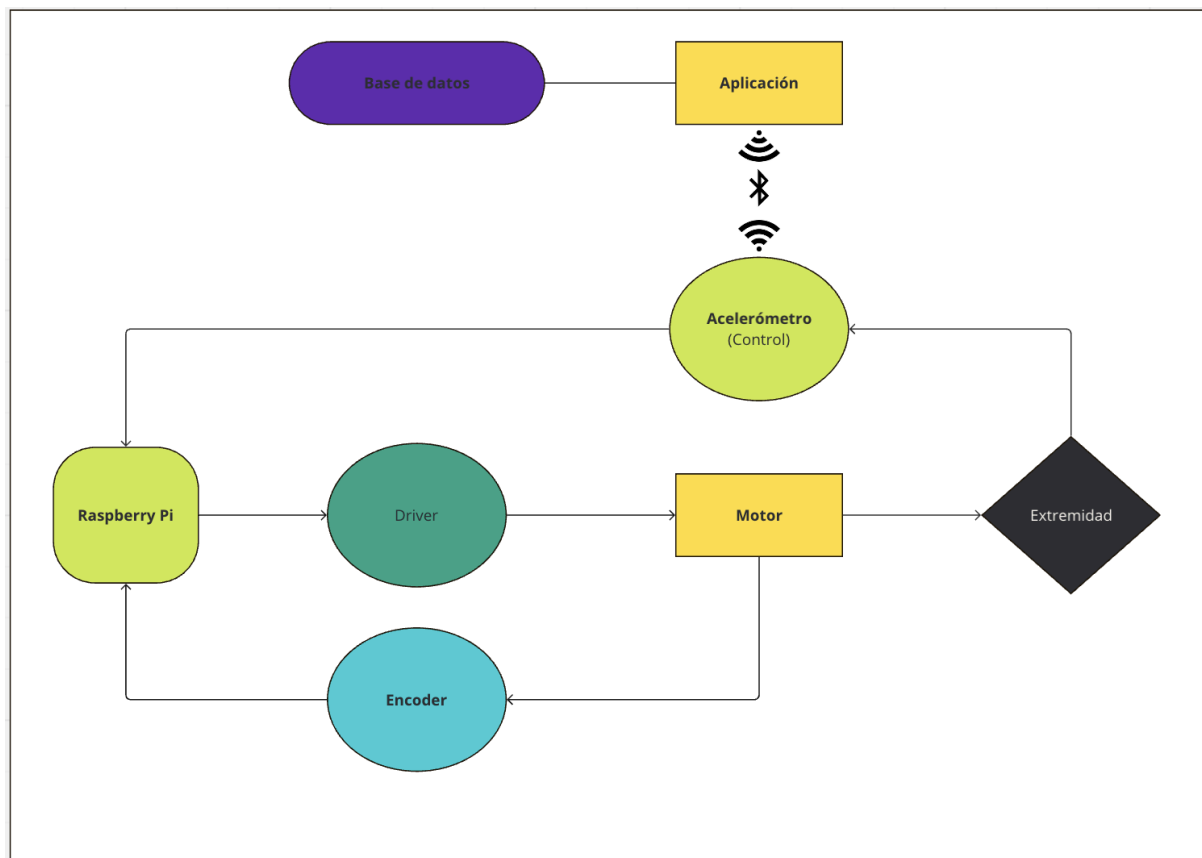
## Conclusión

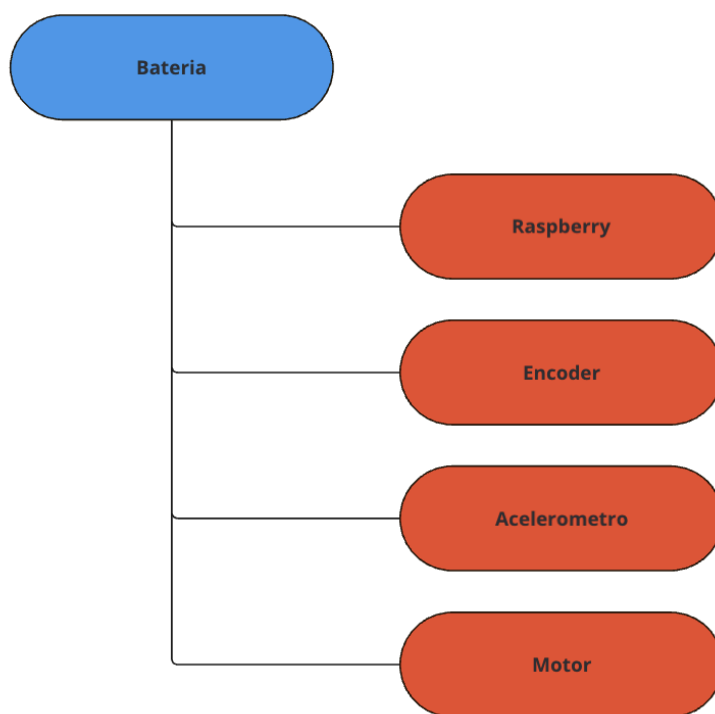
AQUILES tiene un alto potencial para mejorar la calidad de vida de personas con diversas problemáticas físicas, especialmente aquellas relacionadas con la movilidad, la



fatiga muscular, el envejecimiento y el sobrepeso. Con un costo accesible y un diseño eficiente, este proyecto tiene la capacidad de ser replicado a gran escala y adaptado a distintas necesidades. No solo beneficia a quienes enfrentan dificultades motoras, sino que también ofrece una alternativa innovadora y accesible frente a soluciones convencionales, mejorando así la autonomía y el bienestar de los usuarios. La viabilidad económica, junto con su alto impacto social, justifica completamente la financiación del proyecto y su implementación a mayor escala.

### Diagrama en bloques del prototipo:





## Diagrama de tiempo de desarrollo:

Actividad	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT
Investigación								
Creacion de logos								
Manejo de redes sociales								
Ensayos Mecanicos								
Creación de esquematicos								
Ensayo de circuitos en Protoboard								
Programación del microcontroladores								
Prototipado Inicial (Multiperforada)								
Diseño de PCB								
Fabricación de PCB								
Encargo de fabricación de PCB								
Programación Web								
Creacion del algoritmo de Machine Learning								
Entrenamiento del algoritmo								
Programacion de la aplicacion móvil								
Modelado 3D del prototipo								
Terminacion y pintado de la estructura								
Ensayos								
Ensamblaje final								
Reporte Final								

## **Referencias conceptuales:**

- [Best 5 exoskeletons 2023 Super Powers and Re-Walk -  
https://www.youtube.com/watch?v=u3yKebhbXkE&ab\\_channel=Br8Future](https://www.youtube.com/watch?v=u3yKebhbXkE&ab_channel=Br8Future)
- [Dnsys X1 Exoskeleton -  
https://dnsys.ai/products/dnsys-x1-exoskeleton-every-step-is-a-leap-forward-carbon-carbon-pro-on-preorder](https://dnsys.ai/products/dnsys-x1-exoskeleton-every-step-is-a-leap-forward-carbon-carbon-pro-on-preorder)
- [ResearchGate Honda Walking Device -  
https://www.researchgate.net/figure/A-The-Honda-Walking-Assist-Device-R-HWA-B-Gait-training-with-the-HWA\\_fig1\\_338582103](https://www.researchgate.net/figure/A-The-Honda-Walking-Assist-Device-R-HWA-B-Gait-training-with-the-HWA_fig1_338582103)